BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE DE LYON
TOME IX — N° 4 — AVRIL 1927

Activité solaire et magnétisme terrestre.

M. Louis A. Bauer constate dans le fascicule de Mars 1924 de « *Terrestrial Magnetism* » qu'en 1893 les observations magnétiques et électriques s'unissent pour indiquer une décroissance de l'activité électrique et magnétique et cela au moment du maximum de l'activité solaire. (Cf. *Bulletin*, Mai 1926, p. 84-85). Or, il semble que cette assertion ne peut être acceptée qu'avec circonspection. La table graphique à la page 31 de l'article en question de M. Bauer montre bien une concordance qui ne laisse pas d'être impressionnante, d'un minimum pour le potentiel de l'électricité atmosphérique ainsi que pour ses variations pour Perpignan en 1893 (3 courbes) et d'un minimum secondaire pour l'activité magnétique d'après les observations de Kew, ainsi que d'un minimum d'une courbe figurant l'activité magnétique, établie d'après des indications de Bartels. La courbe des nombres relatifs observés de Wolfer (Zurich) montre pour 1893 un maximum de l'activité solaire. Il est donc très curieux de constater que le minimum indiqué pour 1893 pour les variations diurnes de la déclinaison magnétique par les observations de Kew ne se retrouve pas dans d'autres observations, c'est-à-dire que ce minimum se trouve en contradiction avec les observations de Christiania, Milan, Prague et Vienne. Indiquons ici les nombres relatifs observés des années environnant l'année 1893, comme ils sont consignés dans les *Astronomische Mitteilungen* (*A. M.*) de l'Observatoire astronomique fédéral de Zurich, N^{os} LXXXIV et XCIII : 1889 : 6,3 ; 1890: 7,1; 1891: 35,5; 1892: 73,0; 1893: 84,9; 1894: 78,0; 1895: 64,0 ; 1896 : 41,8 ; 1897 : 26,2. Or, pour toutes ces années et pour les 4 observatoires cités ci-dessus, les moyennes annuelles des variations diurnes suivent rigoureusement, sans aucune exception, la croissance et la décroissance de l'activité solaire, comme elle est indiquée par les nombres relatifs observés. Je donne ici, pour chaque observatoire, séparément, les moyennes annuelles de la variation diurne de la déclinaison magnétique (valeurs observées) (pour les années avant 1893, les moyennes ne sont pas indiquées), tirées des N^{os} correspondants des *A. M.*

	Chr.	Milan	Prague	Vienne	Moyenne
1889	5'.08	6'.04	5'.99	5'.78	
1890	5'.27	6'.55	6'.16	6'.05	
1891	6'.31	7'.77	7'.42	7'.68	
1892	7'.36	8'.91	8'.65	8'.49	
1893	9'.16	10'.14	9'.59	8'.92	9'.45
1894	8'.28	8'.86	9'.02	8'.72	8'.72
1895	7'.29	8'.28	8'.67	8'.35	8'.15
1896	6'.60	7'.07	7'.79	7'.84	7'.33
1897	5'.97	6'.48	6'.85	6'.68	6'.50

M. Wolfer a publié dans le N° XCIII des *A. M.* une nouvelle réduction de ces observations magnétiques en complétant les observations employées auparavant par celles de Ogyalla et Pawlowsk. Il en résulte les valeurs suivantes pour la moyenne annuelle de la variation diurne de la déclinaison magnétique : 1891 : 7,38 ; 1892 : 8,57; 1893: 9,72; 1894: 9,04; 1895. 8,52; 1896: 7,53; 1897: 6,84 ; 1898: 6,47; 1899: 6,06; 1900: 5,89. Il en ressort que, pour les observations de Kew, l'anomalie de 1893 doit être attribuée à des influences locales. Il en ressort la nécessité d'employer, pour ces sortes d'études, toujours plusieurs stations, aussi distantes que possible. L'importance des influences locales sur les observations magnétiques ressort avec évidence des *A. M.* n° 100, p. 340. Il s'y trouve une représentation graphique montrant les courbes des variations diurnes pour Christiania, Milan et Prague. Le caractère de ces courbes pour les années 1904-1908 est des plus différents. Chr. montre un maximum de la variation très accentué en octobre 1905, tandis que Prague ne montre pas de maximum proprement dit, mais une courbe suivant presque deux années à peu près la même hauteur et ne présentant que quelques ondulations secondaires. La courbe ne commence à descendre que vers la fin de 1907. Milan monte assez vite jusqu'à un maximum en 1905 et ne tombe après que très peu, pour rester depuis le milieu de 1906 sur ce niveau. Les observations de la fin de l'année 1908 ne montraient encore aucune descente de la courbe pour Milan. Donc l'emploi d'une seule station (Kew), qui d'ailleurs est en contradiction avec plusieurs autres stations n'est pas probant. Il existe d'ailleurs des anomalies comme les signale M. Bauer pour 1893, et elles sont connues depuis assez longtemps. Examinons la table ci-dessous, continuation de celle donnée ci-dessus :

	Chr.	Milan	Prague	Vienne	Moyenne
1898	5'.53	6'.16	6'.34	6'.36	6'.10
1899	5'.32	5'.45	6'.27		5'.68
1900	5'.18	5'.17	5'.99		5'.45

les nombres relatifs observés pour ces trois années sont les suivants : 1898: 26,7; 1899: 12,1; 1900: 9,5.

L'anomalie consiste en ce que le nombre relatif a augmenté de 1897 à 1898, au lieu de décroître, c'est-à-dire que l'activité du soleil, mesurée par ses taches, s'est un peu accrue au lieu de décroître. Or, comme le montre la table ci-dessus, les variations magnétiques ont poursuivi leur marche descendante régulière ! Elles ont suivi plus fidèlement la marche de la courbe undécennale que les taches elles-mêmes. Une autre anomalie se trouve dans le N° 100 déjà cité des *A. M.*, pour 1901-1902. Le minimum de l'activité solaire avait eu lieu en 1901.7, le minimum des variations magnétiques en 1902.0. Il s'ensuit d'après la figure 3, p. 329 de la publication citée que, lors du minimum des taches solaires de 1901.7, les variations étaient de 0'.5 plus grandes qu'en 1902.0. Le maximum suivant de l'activité solaire eut lieu en 1906.4, tandis que le maximum des variations observées fut atteint en 1905.0. Les variations étaient en 1905.0, d'après la même figure, de 0'.4 environ plus grandes que pendant le maximum des taches solaires en 1906.4. Ces différences de 0'.4 - 0'.5 ne sont pas beaucoup plus petites que celles qui se trouvent dans les observations de Kew pour 1893. En ce qui concerne d'ailleurs les observations de Kew, il y a lieu de remarquer qu'on ne peut les comparer sans autre précaution avec les autres observations que nous avons citées. Ces dernières observations employées à Zurich sont des observations de la déclinaison magnétique faites à certaines heures fixes du jour. On prend la moyenne des résultats de chaque heure séparément pendant un mois et on obtient de cette sorte la différence mensuelle entre les résultats des différentes heures. A Kew, par contre, on observe les « absolute daily ranges » c'est-à-dire les amplitudes extrêmes de l'aiguille magnétique. La différence entre les deux méthodes est donc essentielle et l'on obtient de cette sorte à Kew, en général, des valeurs de la variation magnétique diurne plus considérables que d'après la méthode employée à Zurich, et sur laquelle est basée le parallélisme entre l'activité du soleil exprimée par les nombres relatifs et les variations magnétiques. Il ressort de cela et d'ailleurs des travaux des savants les plus distingués qui se sont occupés des questions concernant le magnétisme terrestre, entre autres M. Bauer, que

ont été publiés jusqu'au numéro 97, 1906, dans le périodique de la Société zurichoise des Sciences naturelles, la *Vierteljahrsschrift der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft*, qui se trouve aux bibliothèques universitaires et où l'on pourra rechercher les *A. M.* dans les années correspondantes de la *V. Z.* Depuis, les *A. M.* ont été publiés comme publication indépendante de l'Observatoire de Zurich. Il faut noter, que les N° I, XX des *A. M.* portent le titre « *Mitteilungen über die Sonnenflecken* », mais communément toute la série est citée comme *A. M.*

Il me reste encore à remercier M. le Prof. Dr. Wolfer, ancien directeur de l'observatoire astronomique fédéral de Zurich. Ne trouvant pas certaines informations à Berne, je me suis adressé à lui et il a bien voulu m'aider dans ma recherche de son grand savoir et de sa grande expérience en m'adressant les renseignements désirés, en une lettre circonstanciée, datée du 1e janvier 1927.

Berne (Suisse). FRANZ FLURY

Note on the activity of the sun and of the earth's magnetism.

I am naturally much interested in M. Flury's communication, however, it is a well-known fact that any method of measuring the activity of the Earth's magnetism which minimizes the effect of magnetic disturbances will result in giving quantities that show a higher correlation with the relative sunspot numbers than do measures of magnetic activity which include the full effect of magnetic disturbances. Taking as a measure of magnetic activity the daily difference between the *extreme* values of the particular magnetic element considered, magnetic declination for example, not differences between values at certain fixed hours, then there is no question that the maximum magnetic activity did not occur during the year of the sunspot maximum of 1893. This fact is shown not only by the absolute declination ranges at the Kew Observatory, but likewise at the Potsdam Observatory.

At the Potsdam Magnetic Observatory the yearly mean values of the daily differences of the extreme values of magnetic declination for the period 1890 to 1894, inclusive, were : 10'83, 14'35, 17'88, 15'94 and 17'52 ; hence maximum (17'88) occured in 1892. So also the yearly mean values of the daily differences in the extreme values of the horizontal

and of the vertical intensity at Potsdam show higher values in 1892 and 1894 than in 1893. In addition, we know from the investigations of Dr Bartels that the interdiurnal variability of the horizontal intensity was less in 1893 than in 1892 and 1894. Thus various measures of the *entire* activity of the Earth's magnetism unite in supporting the interesting circumstance that maximum magnetic activity did not occur during the year of maximum sunspot activity. There have been other similar instances (see « *Terrestrial Magnetism* » for 1926, figure I, page 46 and figure I, page 98).

Dr Podder also found at Irkutsk, Siberia, « that the maximum of magnetic storms for 1892 preceded that of the sunspots by a year » (see « *Terrestrial Magnetism* », for 1925, page 93).

As the times of daily extreme values of the magnetic elements, even during undisturbed periods, vary with season of year, it is difficult to give a strictly scientific interpretation to differences of the magnetic elements observed at the *same* hours throughout the year, as was done at the stations utilized by M. Flury.

Louis A. Bauer.

Department of Terrestrial Magnetism,
Carnegie Institution of Washington.

Sur les masses de certains astres.

Je signalais, dans une note parue à Nancy en 1923, les effets, dans leur rayon d'action malgré tout limité, de l'existence possible de masses stellaires dont le rapport à la masse du soleil ne serait pas (1) inférieur au rapport de cette dernière à la masse de notre satellite (plus de 25 millions de fois). — Les classiques discutent, d'autre part, les changements des orbites par l'évidente surcharge des masses sous l'actif afflux perpétuel des météorites. Mais les orbites observées ne révèlent rien.

Pourtant des vues contraires récentes, sur les astres incandescents et eux seuls, prétendent, par la pression de lumière Maxwell-Bartoli, limiter leur masse autour d'un *optimum*, qui serait voisin de la masse M du soleil en faisant primer l'apport cosmique par une déperdition notable.

Je remarque d'abord que, *s'il y a* une vraie répulsion *définitive* à la superficie, elle sera surtout équatoriale (force centrifuge), et formera anneau du type lumière zodiacale : or le véritable anneau de ce nom est tenu pour une masse négligeable dans la théorie des planètes.

(1) Le soleil a des milliards de fois la masse des satellites I, II, III, IV de Saturne.

Et je tiens à montrer qu'on ne peut (1) par ce moyen décider de la possibilité d'astres de masses très considérables, car de plus :

— 1° L'incandescence n'est pas une condition d'existence : les astres et systèmes non lumineux par eux-mêmes ne doivent pas plus manquer ailleurs. Or ont-ils déjà brillé ? Si la réponse est *non*, il n'y a jamais eu déperdition, et ces masses obscures tendent en principe à croître par l'apport cosmique : aucune limite n'existe. — Si c'est *oui*, voir la note (1).

— 2° Même avec l'astre incandescent, la pression Maxwell-Bartoli n'entre en jeu qu'à la limite de l'atmosphère, niveau où l'équilibre supposé ne laisse que les éléments légers gazeux (hydrogène, hélium, N, O, les halogènes, la série de l'argon, etc....). C'est de ce niveau qu'il s'agit, car plus bas dominent, prépondérantes, la pneumatique (force ascensionnelle) ou l'hydrostatique (poussée à l'immersion), etc..., ou la thermodynamique, et même les éruptions locales rarement capables des effets ici discutés. Mais, si Sv. Arrhénius vit que la pression peut l'emporter, Schwarzschild vit son rapport à l'attraction avoir un maximum pour une masse du diamètre d'un tiers de longueur d'onde, puis décroître très vite. J'ajoute qu'ici ces faibles masses gazeuses sont presque parfaitement transparentes, et la lumière transmise est perdue pour la pression.

Admettons donc qu'un léger excès initial de la pression arrache une masse élémentaire m à l'attraction : J'avance ce dilemme : Ou (*A*) ce corpuscule va s'émietter, ou (*B*) il va rester masse unique.

— (*A*) La masse m se morcelle, et ne cessera de se morceler (sinon, ce serait la 2e hypothèse (*B*). Descendant bien au-dessous de la limite de Schwarzschild, sans compter la perte de pression par transparence, la masse ainsi divisée retombera en gerbe de fusée.

(*B*) La masse m reste cohérente : or, de la distance h à la distance $h + x$, l'attraction passe, de $\frac{1}{h^2} fmM = P$ dynes, à $\left(\frac{h}{h+x}\right)^2 P$ dynes.

Et, si q_0 ergs est le flux d'énergie rayonnante initial *par seconde* à travers 1 cm. carré de surface normale, la pression initiale sera $Cq_0\ (1+r)l_0^2$, où l_0 cm. est le diamètre de m, C une constante de la pression sur une sphère, r le coeff^t. de réflexion non supérieur à 1. Mais, par le refroidissement, la sphère contracte son diamètre de l_0 à l_x à la

(1) C'est sur l'étoile chaude de masse minima que la pesanteur sera le mieux vaincue, surtout si elle est peu dense. — En outre, H. Poincaré prévoit que le frottement électromagnétique du champ du soleil doit tout ramener au repos final, et les masses secondaires se réunir à lui, après un temps très grand, ne laissant plus valable la stabilité « à la Poisson ». Ce serait la reconstitution en masse unique de la masse totale des systèmes autonomes, redevenue ce que la fixèrent les raisons obscures de leur existence même.

distance $h+x$ qui fait aussi passer le flux q sur section constante, de q_0 à $q_x = \left(\frac{h}{h+x}\right)^2 q_0$. Résultante:

$$R = \left(\frac{h}{h+x}\right)^2 [P - Cq.(1+r)\, l_x{}^2] \text{ dynes.}$$

Et si modérée que soit la loi de refroidissement adoptée à la distance $h+x$, l_x décroît très vite : l'effet final est que l'attraction redonne son signe à R bien avant la région des planètes.

Conclusion : Il n'y a pas de perte sensible définitive des masses m, pas plus que l'aréostat qui s'élève n'est perdu pour la terre, pas plus que l'évaporation des mers du globe ne modifie leur niveau.

Alger H. DE MONTILLE

Rayons lumineux divergents à 180° du soleil.

Le 9 septembre 1901, je fus témoin d'un phénomène assez curieux dans la région de Mantes : trois larges rayons lumineux divergents s'élevaient à une hauteur de 30° sur l'horizon, à peu près symétriques par rapport au rayon vertical ; ils se détachaient nettement sur un ciel très couvert, pluvieux, gris de plomb ; le point d'émergence était à 180° environ du Soleil, estimation grossière car le Soleil lui-même n'était pas visible au point d'observation ; le point d'émergence paraissait sensiblement au dessous de l'horizon et le phénomène ne tarda pas à disparaître. (1)

J'ajoutais que j'ignorais à quelle cause il fallait rattacher ce phénomène. Or le phénomène des rayons divergents visibles à 180° d'une source lumineuse se produit aussi dans le cas des phares *tournants*, où l'observateur croit voir à l'opposé du phare réel un autre phare qui tournerait en sens inverse du premier. Et G. Sagnac, qui avait étudié déjà le mécanisme relatif aux phares (2) proposa bientôt une explication du même ordre pour les rayons solaires (3).

Par un ciel couvert, avec une éclaircie du côté du Soleil et des brumes du côté opposé, il peut arriver que le Soleil envoye par les intervalles des nuages un certain nombre de faisceaux distincts de rayons lumineux. Surtout si le soleil est bas sur l'horizon, ces faisceaux peuvent aller se diffu-

(1) Pour plus de détails, voir la description de ce phénomène dans les C. R. Ac. Sc., t. 133 (1901), p. 480.
(2) L'Eclairage électrique, t. IX (1896), p. 373.
(3) C. R. Ac. Sc., t. 133 (1901), p. 703.

ser dans les brumes atmosphériques situées du côté opposé au Soleil et y apparaître d'autant plus nettement que le fond du ciel est plus sombre, que la diffusion de la lumière par les brumes est plus intense. Pour l'observateur qui regarde ces brumes, la *perspective* remplace les divers faisceaux solaires, parallèles entre eux, par autant de faiceaux ou de rayons concourant vers un *point de fuite* diamétralement opposé au Soleil et, par conséquent, situé ordinairement plus ou moins bas sous l'horizon — d'où l'apparence de rayons divergents qu'enverrait un astre fictif situé à l'opposé du Soleil.

Ainsi donc, simple illusion de perspective ? J'eus l'occasion de dire alors à Sagnac que je ne croyais pas que son explication fut valable : mais, bien entendu, il ne s'agissait là de ma part que d'une *impression* résultant de l'aspect général du ciel, de l'intensité des rayons et de leur netteté, etc... ; car il est impossible de repousser une explication aussi simple sans des observations précises comportant des mesures.

Le savant physicien qui dirige l'observatoire magnétique et météorologique de Fourvière, C. Limb, vient de m'envoyer une description fort curieuse par sa ressemblance avec le phénomène observé il y a vingt-cinq ans :

« Cet après-midi (8 novembre), en sortant de notre observatoire, de la salle des baromètres, dont l'entrée est sur la terrasse de Fourvière, cette grande terrasse qui domine la ville, vers 16 heures, je vis un assez beau spectacle dans la direction E-N-E, exactement à l'opposé du soleil couchant. On aurait dit que, d'un soleil se couchant au E-N-E., partaient des rayons lumineux allant en s'élargissant et traversant les nuages qui encombraient ce coté de l'horizon. Nous contemplions ce phénomène, M. Marthoud et moi, lorsque, vers 16 h. 15, il disparut. Peut-être avait-il commencé avant 16 heures : je l'ignore. Je n'ai jamais eu l'occasion d'observer d'aurore boréale ; mais ce que nous avons vu ressemblait tout à fait à certaines gravures représentant ce phénomène.

Certes, ce « *exactement* à l'opposé du soleil couchant » ne résulte pas d'une mesure ; cependant l'affirmation est plus précise que dans mon observation et tiendrait à renforcer l'explication de G. Sagnac.

Qu'elles étaient les conditions météorologiques ? je vais ici les résumer. Eclaircie à 12 h. puis couvert tout le reste de l'après-midi ; le sun-light indique que le soleil a brulé le papier pendant 1/10^{e} d'heure entre 14 et 15 heures; à 15 heures, nébulosité 10, alto-stratus, strato-cumulus et cirrus, quelques trouées à l'horizon N.W. ; à 18 heures quelques étoiles sont

visibles au zénith ; à partir de 18 heures, éclairs de tous les côtés ; le vent au sol va de S-E à S. de 15 à 18 heures, tandis que le vent des nuages est de W-S-W à 12 heures et SW à 15 heures (1).

Il serait bien prématuré de chercher à conclure d'une façon précise. Certes, la théorie d'une illusion de perspective est tentante par sa simplicité, mais exige des conditions très spéciales et difficiles à préciser dans la répartition des masses de nuages et de brumes. Faut-il voir là, seulement, l'origine de la rareté de ce phénomène ?

En tous cas, ce spectacle est assez joli pour tenter les observateurs ; et, puisqu'il est si rare, il nous a paru utile d'attirer leur attention sur la nécessité, quand l'occasion se présentera, de le décrire avec une extrême précision en mentionnant les détails météorologiques et optiques de toutes sortes qui permettront de définir exactement l'origine de ces rayons lumineux.

Jean MASCART

Le Stéréophénomène de Pulfrich (2)

Le « stéréophénomène » de Pulfrich consiste en une impression de relief, de différence de profondeur, engendrée par la vision d'un mobile avec une différence de clarté dans les images des deux yeux : un pendule oscillant décrit un cercle apparent quand un verre noirci est placé devant un des yeux. Le phénomène est dû à l'inégalité des temps de latence des sensations de chaque œil, corrélative des différences de clarté, et Pulfrich a mis au point, sur cette base une méthode générale de photométrie et en particulier de photométrie hétérochrome.

Deux élèves de Von Kries ont, dans ce travail, étudié de façon approfondie le phénomène de Pulfrich et mis au point sa valeur réelle.

Ils ont mesuré l'action quantitative sur l'effet stéréoscopique de la vitesse du pendule, cet effet allant d'une profondeur de $1^{mm}5$ (pour une demi période de 65 sec.) à une de 57^{mm} (pour une demi période de 0 sec.30). La profondeur décroît très vite au début quand la durée de période s'al-

(1) Ici, ces heures sont en **temps local**, c'est-à-dire en avance de 20 minutes sur le temps légal.

(2) E. ENGELKING et F. POOS. — Ueber die Bedeutung des Stereophänomens für die isochrome und heterochrome Helligkeitsvergleichung (Sur la signification du stéréophénomène pour la comparaison de clarté isochrome et hétérochrome). **Ar. für. o.**, CXIV, 1924, p. 340-379.

longe, puis de plus en plus lentement (elle est de 35mm pour 1 sec., de 6mm5 pour 8 sec., 3mm5 pour 16,5 sec.).

Voici la relation obtenue entre l'assombrissement d'un œil et la profondeur de l'effet, pour une vitesse constante du pendule (40 périodes à la minute), chez les deux auteurs comme sujets, en indiquant le taux de lumière transmis à l'œil assombri pour 100 transmis à l'autre œil :

Profondeur (en mm)		10	20	30	40	50	60
Taux (œil assombri)	E	66	26	13	4,4	1,8	0,77
	P	73	30	14	4,4	1,8	0,77

A 50 cm. de distance et 38 périodes (amplitude de 13,7 cm) le calcul indique que la différence des temps de latence des sensations des deux yeux atteint 2,3 σ pour un effet de 5mm, 4,9 pour un effet de 10mm. En comparant les effets après adaptation à la clarté ou à l'obscurité, toutes choses égales d'ailleurs, on trouve que la différence des temps de latence est plus grande dans l'adaptation à l'obscurité (24,9 σ au lieu de 10,6 σ, pour un rapport des éclairements de 100 à 6,9).

L'on a une différence de temps de 10,6 σ quand le rapport des clartés est de 16 à 1 environ ; la différence passe à 6,8 σ pour un rapport de 4 à 1

La plus petite différence dans les temps de latence des sensations qui puisse être perçue — sous la forme de l'effet stéréoscopique minimum, correspondant à 1mm de profondeur apparente — est de 0,4 à 0,5 σ, d'un demi millième de seconde.

Au point de vue de la photométrie hétérochromatique, les auteurs se sont demandé si deux clartés jugées égales comme ayant un même effet, comme « Stereogleich » sont égales par une des autres méthodes (par exemple celle du champ le plus petit). En comparant avec un œil assombri par un coin réglable, l'autre œil voyant à travers un écran rouge ou bleu, on obtient la clarté pour l'œil assombri qui donne un effet stéréoscopique donné ; les résultats montrent une relation linéaire parallèle avec l'écran rouge et avec l'écran bleu.

Mais que se passe-t-il quand on a une adaptation préalable à l'obscurité ou à une assez forte clarté ?

Voici les pourcentages de lumière transmis à l'œil obscuré donnant la "stéréoégalité" dans les deux états pour la lumière rouge et pour la bleue:

	Rouge-Gris		Bleu-Gris	
	Clarté	Obscurité	Clarté	Obscurité
E.	2,5	33	3,6	7,6
P.	2,1	31	3,8	8,2

Ainsi un rouge qui est égal à un gris très sombre dans l'adaptation à la clarté l'est à un gris très clair dans l'adaptation à l'obscurité, tandis que le bleu sera égalisé à un gris plus clair dans le premier cas, plus sombre dans le second. Il y a là un phénomène de Purkinje inversé : le rouge est plus éclairci que le bleu par l'adaptation à l'obscurité.

Si l'on compare à la méthode du champ minimal (a) la méthode de Pulfrich (b), on trouve un désaccord notable, d'après les pourcentages de lumière transmis à l'œil obscuré dans chaque cas :

	E		P	
	a	b	a	b
Rouge	8,7	3,3	8,7	4,4
Bleu	6,8	9,1	6,8	10,0

Le gris égal au rouge dans la comparaison des clartés subjectives est plus clair que le gris égal d'après l'effet stéroscopique, et inversement le gris égal au bleu est plus sombre.

C'est que, dans la méthode de Pulfrich, la comparaison des clartés repose sur la seule différence des temps de latence, qui n'est fonction des seules différences de clarté que toutes choses égales d'ailleurs. Avec des écrans clairs, des adaptations différentes à l'œil, le temps de latence est affecté dans la mesure, selon Engelking et Poos qui voient là une confirmation de la dualité rétinienne soutenue par leur maître Von Kries, où interviennent davantage les cônes et les bâtonnets : les cônes ont des temps de latence de sensation plus courts que les bâtonnets ; le rouge et l'adaptation à la clarté, mettent en jeu les cônes, le bleu et l'adaptation à l'obscurité, tendent à mettre en jeu surtout les bâtonnets.

Mais, à cet égard, les auteurs n'établissent pas que les différences ne se retrouveraient pas dans la région fovéale, dépourvue de bâtonnets, et l'on peut penser que les différences tiennent à une rapidité inégale des processus chromatiques dans les cônes, qui par leur fonction spatiale doivent intervenir de façon prédominante dans l'effet de relief, ou du moins y tiennent une très grande part.

Et le travail des auteurs vérifie la lenteur plus grande de la perception du bleu que de celle du rouge, à clarté égale, déjà mise en évidence par toute une série d'expériences concordantes.

(Extrait de l'*Année Psychologique*, 1925). Henri Piéron

NOTES ET VARIÉTES

Constitution physique et évolution des astres.

Le livre récent de M. Véronnet (1) sur la **Constitution et l'évolution de l'Univers** appelle à propos l'attention des astronomes sur l'utilité et l'actualité des recherches théoriques, en particulier sur la constitution et l'équilibre physique des astres, sur leur évolution et même leur formation.

H. Poincaré avait mis ces questions à l'ordre du jour par ses **Leçons sur les figures d'équilibre** et surtout ses **Leçons sur les hypothèses cosmogoniques.** Il avait ainsi fait passer ces questions d'origine dans le domaine scientifique de l'Astronomie, déblayé le terrain des hypothèses inutiles et ouvert une nouvelle période en Astronomie. L'auteur n'a eu qu'à suivre une voie si bien tracée. Il ne fait aucune hypothèse nouvelle, mais étudie seulement les solutions qui ont été données et les hypothèses faites, de manière à soumettre le tout à l'examen scientifique et en dégager les conclusions. L'ensemble des résultats semble bien acquis et pourra former une base de recherches pour les travaux futurs.

L'Astronomie commence d'ailleurs à posséder les bases à la fois théoriques et expérimentales qui étaient nécessaires pour ces recherches.

Au 15e siècle les observations de Tycho-Brahé et les lois empiriques de Képler avait permis de briser les épicycles des Anciens et d'asseoir sur des données nouvelles le système du Monde. Au 17e siècle la découverte de la loi d'attraction par Newton avait créé la Mécanique céleste, ouvert à l'Astronomie une période de déduction des phénomènes, que nulle autre science n'a encore égalée, qui embrasse tout le 18e et le 19e siècle, et qui a permis aux astronomes d'expliquer tous les mouvements des astres du système solaire et même leurs formes. Ce fut la phase de l'Astronomie mathématique.

Le 19e siècle a amassé des documents nombreux d'Astronomie physique, qui se multiplient prodigieusement, grâce aux grands instruments américains et nous font pénétrer très loin dans la structure de notre Univers. De nouvelles lois physiques, aussi simples de forme que celles de Newton, démontrées à la fois mathématiquement et expérimentalement, comme la loi des gaz réels, celle du rayonnement de Stefan, la pression de radiation, sont venues en même temps permettre de fonder sur des bases solides cette étude mathématique des problèmes d'astronomie physique. C'est l'ensemble de toutes ces recherches qui sont exposées dans cet ouvrage.

« Il semble qu'il y ait là, pour l'astronome français en particulier, tout un champ d'activité féconde, tout aussi important que celui des observations par de petits ou de grands instruments et qui demande moins d'outillage et moins de frais. Il y a même là un double travail de mise au point des travaux antérieurs et de recherches personnelles, qui promet de riches moissons à la fois pour les chercheurs et pour l'Astronomie. » (p. 9).

On peut dire ainsi qu'actuellement l'étude de la constitution physique, de l'évolution et de la formation des astres, sont les problèmes fondamentaux qui se posent aux astronomes du 20e siècle. Ce sont des problèmes analogues qui se posaient, il y a un siècle aux géologues sur la constitution, la formation et l'évolution de la croûte terrestre, de ses sédiments et de ses fossiles. Ces problèmes ont été résolus et ce sont ces solu-

(1) Un vol. in-12 de 475 p., 28 fr. de l'**Encyclopédie scientifique**, bibliothèque d'astronomie et de physique céleste, publiée sous la direction de M. J. Mascart, chez G. Doin. Paris.

tions qui forment les bases de la Géologie moderne et constituent un enrichissement et un élargissement considérable de l'esprit humain.

On avait vu aussi au début en Géologie une floraison d'hypothèses toutes plus ingénieuses les unes que les autres. La Géologie est entrée dans la voie des explications scientifiques, quand après la théorie des cataclysmes, elle a appliqué aux faits la **théorie des causes actuelles**, connues, en excluant toute cause inconnue ou extraordinaire. L'Astronomie de même ne peut espérer résoudre les mêmes problèmes scientifiques qu'en réduisant les extrapolations et les hypothèses au minimum. C'est ce que s'est efforcé de faire l'auteur.

Il semble que même le problème général de la formation des astres se laisse soumettre au calcul. Il s'est trouvé justement que la chose était extrêmement simple en considérant l'ensemble du monde, au lieu d'une nébuleuse isolée. En effet en dispersant dans l'espace, n'importe comment et sans aucune hypothèse, la matière qui forme actuellement les astres, le calcul montre qu'il doit se constituer nécessairement des centres d'attraction, qui concentrent peu à peu cette matière en météorites, puis ces météorites en étoiles et en soleils, enfin ceux-ci en amas d'étoiles et en Voies lactées. Les perturbations produites par les étoiles voisines sur les éléments qui se condensaient pour former un Soleil, leur ont donné des mouvements de déviation et de rotation, qui en ont fait des planètes, dont les orbites ont été régularisées par la résistance du milieu. Devant les résultats si simples du calcul on peut dire que toutes les hypothèses particulières, depuis Laplace jusqu'à l'abbé Moreux, n'ont plus qu'un intérêt historique, quoique réel.

Les mêmes calculs permettent d'expliquer les grandes vitesses des amas, comparées à celles des étoiles, et cela par la seule attraction. Enfin la condensation des amas d'étoiles doit produire une énergie de plus en plus grande qui renouvellera sans fin la vie éternelle de l'Univers, l'évolution de la vie et de la pensée dans l'Univers, rendant inutile le mécanisme hypothétique d'Arrhénius.

Pour résumer, cet ouvrage étudie d'abord les conditions physiques de l'équilibre et de la constitution interne du Soleil et des étoiles. Toutes les hypothèses convergent vers la même solution. L'intérieur d'une étoile serait à peu près homogène et maintenu à une température sensiblement uniforme, à peine double ou triple de la température superficielle. Le calcul montre que l'équilibre radiatif d'Eddington, sans courants de convection, est mathématiquement impossible.

En remontant dans le passé, le Soleil était plus gros et plus chaud, on trouve qu'il n'a pas pu avoir une température supérieure au triple de sa température actuelle, et un rayon à peine plus grand, sans épuiser toute son énergie de formation.

Les anciens calculs faisaient remonter l'origine de la Terre et du Soleil à des dates variant de 300.000 ans à 100 milliards d'années, suivant les hypothèses. En tenant compte du fait que le Soleil était plus chaud et l'évolution plus rapide, on arrive à faire converger tous ces chiffres vers quelques millions d'années. C'est déjà énorme et l'évolution future s'impose en outre comme beaucoup plus longue, ouvrant à l'évolution de l'humanité des perspectives sans fin.

Le calcul montre encore comment le plus petit atome, ajouté en plus dans une nébuleuse homogène indéfinie, attire nécessairement et progressivement tous les atomes voisins, et finit par former une étoile immense. Les lois physiques connues permettent également de déterminer sa température et son évolution ultérieure. On retrouve ainsi les mêmes résultats qu'en remontant dans le passé.

Toutes les hypothèses cosmogoniques avaient étudié l'évolution d'une nébuleuse ou d'une étoile isolée, de deux au plus. En tenant compte de l'action des étoiles voisines, on met en évidence des déviations qui expliquent parfaitement la formation des

planètes et leur rotation autour du Soleil, ainsi que la régularisation de leurs orbites rendues circulaires.

Pour l'ensemble de l'Univers, on avait émis d'abord l'hypothèse que les étoiles étaient voisines de leur état final, et que leurs mouvements se faisaient au hasard, comme pour les molécules d'un gaz à l'état d'équilibre permanent. Les courants d'étoiles montrent qu'il n'en est certainement pas ainsi. Les calculs établissent que les étoiles sont bien plutôt voisines de leur état initial, au point de vue mécanique, et qu'elles sont à peu près à la place ou elles se sont formées. Leur condensation en amas est à peine amorcée dans notre Voie Lactée. Même les amas les plus condensés ne sont encore qu'en voie de concentration.

Tels sont les principaux problèmes envisagés dans cet ouvrage, autour desquels se greffent une foule d'autres, sur les étoiles géantes, les nébuleuses spirales, la Voie lactée, l'évolution de la Terre, de la vie sur les planètes, que tiendront à connaître tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la science moderne, et qui veulent être au courant des dernières découvertes dans tous les domaines de la pensée.

L'évidence des changements dans la vitesse de rotation de la Terre et ses conséquences géophysiques.[1]

La Lune décrit autour de la Terre une orbite elliptique dans un plan incliné d'environ 5 à 6 degrés sur le plan dans lequel la Terre elle-même tourne autour du Soleil. La grande proximité de la Lune rend très sensibles les perturbations du mouvement dues à l'attraction du Soleil et des planètes ainsi qu'au renflement équatorial de la Terre. La théorie de Newton rend compte de presque tous les déplacements particuliers de la Lune, comme la rotation du grand axe dans une période de 18 ans, la libration découverte par Galilée et d'autres phénomènes plus cachés; mais certaines mystérieuses accélérations périodiques accusées d'une façon concordante par les observations méthodiques exécutées à Greenwich (depuis 1750), à Washington (depuis 1850) et en d'autres lieux demeurent rebelles à la théorie. Ces anomalies ne peuvent s'expliquer que de deux manières : ou bien il existe des forces encores inconnues qui altèrent le mouvement de la Lune, ou bien il intervient des changements dans la vitesse de rotation de la Terre autour de son axe propre. Une étude nouvelle et approfondie de Brown sur l'influence du Soleil et des planètes sur le mouvement de la Lune amène à exclure la première explication ; l'étude soigneuse des observations solaires et lunaires rappelées plus haut montre que les anomalies du mouvement lunaire sont corrélatives à d'autres anomalies analogues rencontrées dans le mouvement du Soleil et des planètes inférieures (Mercure et Vénus). Les amplitudes différentes de ces diverses anomalies mises en relation avec la vitesse du déplacement des astres individuels par rapport aux étoiles dites fixes se concilient avec l'hypothèse que la cause unique des divers phénomènes jusqu'à présent inexplicable réside dans la Terre et précisément dans une variation de la vitesse de rotation de la Terre autour de son axe propre, variation probablement due à un déplacement dans le sens radial des masses à l'intérieur du globe. D'autres recherches statistiques sur la fréquence des tremblements de terre faites par d'autres auteurs confirment, elles aussi, l'hypothèse en question (2).

---

1 — BROWN (E. W.). — The evidence for changes in the rate of rotation of the earth and their geophysical consequences, with a summary and discussion of the deviations of the Moon and Sun from their gravitational orbits. **Trans. of astron. Observ. of Yale University**, vol. III, part. VI, pp. 209-235.

(2) — D'après A. B., **Scientia**, 1 — XII — 1926, p. 412.